

00377

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLOGICAS**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y CONDUCTUALES
EN LAS CRIAS DE AVESTRUZ
Struthio camelus A LAS CUALES SE ADICIONA
CULTIVO DE LEVADURA DE
Saccharomyces cerevisiae EN SU DIETA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(AMBIENTAL)**

**PRESENTA
CECILIA BEATRIZ BOTELLO LOPEZ**

DIRECTOR DE TESIS: DR. ERNESTO AVILA GONZALEZ

MEXICO, D. F.



2005

m347555



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Cecilia Beatriz Botello López

FECHA: 6/09/05

FIRMA: Cecilia B. Botello López

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 30 de mayo del 2005, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **Botello López Cecilia Beatriz** con número de cuenta **81231504** con la tesis titulada: "Efectos fisiológicos y conductuales en las crías de avestruz *Struthio camelus* a las cuales se adiciona cultivo de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* en su dieta", bajo la dirección del(a) Dr. Ernesto Ávila González.

Presidente:	Dr. René de Jesús Cárdenas Vázquez
Vocal:	Dr. Alejandro de la Peña Moctezuma
Secretario:	Dr. Ernesto Ávila González
Suplente:	Dr. Luis Gerardo Herrera Montalvo
Suplente:	Dr. Carlos Gustavo Vásquez Peláez

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a 22 de agosto del 2005

Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

RECONOCIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido para la realización de los estudios de la Maestría en Ciencias Biológicas (Orientación Ambiental), mediante el otorgamiento de una Beca (Becario número 173062).

Agradezco a los miembros de mi Comité Tutorial integrado por el Tutor Principal, Doctor Ernesto Ávila González y los Doctores Laura Roxana Torres Avilés y Carlos Gustavo Vázquez Peláez, quienes a lo largo de ésta investigación estuvieron pendientes de que se realizara de una manera seria, con una búsqueda de referencias de alto nivel y un desarrollo experimental apegado al método científico.

DEDICATORIAS

Agradezco y dedico mis estudios de Maestría al amor de mi vida, mi esposo Horacio Morales Ramírez, quien a lo largo de 20 años me ha apoyado y estimulado en la búsqueda de nuevas metas profesionales y personales, quien me ha dado su amor en libertad para realizarme y ser yo misma en todos los aspectos: mujer, profesionista, madre, esposa, deportista...

A mis hijas, Tania y Lidia, quienes me dan alegría día a día, me apoyan en todo momento y me dan satisfacciones con sus logros profesionales y personales.

A mi sobrino Jesús, con todo el amor que se le tiene a un hijo.

A mi padre, a quien sigo agradeciendo que alguna vez tuvo la osadía de viajar a la ciudad para dar a sus hijos escuela y preparación de mayor nivel, sacrificando su propia forma de vida.

A mis hermanos Guadalupe, Jesús, Elsa, Patricia, Juan y Francisco.

CONTENIDO

Contenido	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Justificación	22
Hipótesis Nula	22
Hipótesis de Trabajo	23
Objetivos	23
Método	24
VARIABLES en el estudio	30
Análisis estadístico	32
Resultados	34
Discusión	45
Conclusiones	49
Bibliografía	50
Apéndice 1: Índice de Cuadros	64
Apéndice 2: Índice de Figuras	65

Resumen

La bacitracina es uno de los antibióticos que se utiliza comúnmente como promotor de crecimiento en dietas para aves. El presente estudio evaluó el empleo del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como alternativa al uso de este antibiótico, cuantificando y comparando los efectos en mortalidad, ganancia de peso, concentraciones fecales, concentración de analitos sanguíneos, carga bacteriana y conducta alimentaria en crías de avestruz en cautiverio. Cincuenta y nueve avestruces de 2 días de edad fueron alojadas en grupos asincrónicos de edad, de 3 aves cada uno. Veintinueve recibieron bacitracina (50 ppm) y treinta cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* (3 kg/ton alim) hasta que cumplieron los 50 días de edad. Se cuantificaron las concentraciones fecales y la carga bacteriana a los 30 días y la mortalidad; la ganancia de peso y los analitos sanguíneos se cuantificaron a los 50 días de edad de cada pollo. La conducta alimentaria se evaluó a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para la mortalidad, la ganancia de peso, la concentración de analitos sanguíneos, la carga bacteriana y las concentraciones fecales. Sin embargo, la conducta alimentaria de los pollos sí presentó diferencia entre los tratamientos ($P < 0.01$). Los pollos con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* pasaron más tiempo comiendo y presentaron una mayor tasa de picoteos por hora que los pollos que recibieron bacitracina. Del tiempo que pasaron sin comer, los pollos con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* utilizaron más tiempo en descansar y los pollos con bacitracina utilizaron más tiempo en eventos de coprofagia y exploración. Los resultados indican que el cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* puede utilizarse como promotor de crecimiento en pollos de avestruz en cautiverio hasta los 50 días de edad, mejorando su conducta alimentaria sin afectar otros parámetros biológicos de los avestruces.

Abstract

The bacitracin is one of the antibiotics that is commonly used as a growth promoter in diets for poultry. The present study evaluated the employment of the yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* like alternative to the use of this antibiotic, quantifying and comparing the effects in mortality, body weight gains, fecal concentrations, concentration of blood analites, loads bacterial and alimentary behavior in ostrich breedings in captivity. Fifty nine ostriches of two days of age were housed in asynchronous groups of age, of 3 birds each one. Twenty nine received bacitracin (50 ppm) and thirty received yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* (3 kg/ton alim) until they completed fifty days of age. Were quantified the fecal concentrations and the bacterial load to the 30 days of age; the rate mortality, the body weight gains and the blood analites were quantified to the 50 days of age of each chicken. The alimentary behavior was evaluated at the 7, 14, 21 and 28 days of age. Significant statistical differences were not presented ($P > 0.05$) for the mortality, the body weight gains, the concentration of blood analites, the bacterial load and the fecal concentrations. However, the alimentary behavior of the chickens if it presented difference among the treatments ($P < 0.01$). The chickens with yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* eating for more time and they presented a bigger picking rate per hour that the chickens that received bacitracin. Of the time that they passed without eating, the chickens with yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* used more time in resting and the chickens with bacitracin used more time in ingestion of grounds events and exploration. The results indicate that the yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* can be used as a growth promoter in ostrich chickens in captivity until the 50 days of age, improving its alimentary behavior without affecting other biological parameters of the ostriches.

Introducción

Desde la antigüedad se han aprovechado las especies animales como alimento, vestido y enseres de ornato (Mercado, 2003; Valadez, 2003). Actualmente, se desarrollan unidades de producción animal intensivas y/o extensivas en las que es necesario desarrollar alimentos especiales de acuerdo a cada especie, adicionando promotores de crecimiento y otros aditivos que ayudan al animal a un óptimo rendimiento que favorece a productores y consumidores. En los últimos años, se han buscado especies animales alternativas para la producción de alimentos para el hombre, tales como el ciervo rojo, el búfalo de agua y el avestruz entre otras (Buxadé *et al.*, 1999).

La biología del avestruz (*Struthio camelus*) ha sido ampliamente estudiada y descrita en la literatura (Buxadé *et al.*, 1999; Carbajo *et al.*, 1997; Sibley and Monroe, 1990). Comercialmente, la explotación del avestruz inició en Sudáfrica en 1833 y existe registro de su introducción a México en 1904. Sin embargo, explotaciones formales registradas y reguladas se presentan hasta fines del siglo XX en el norte del país (Cervantes y Román de Carlos, 2003). La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México con objeto de dar respuesta a los productores, en 1997 integró al avestruz, entre otras especies, a la investigación biológica y productiva de esta institución educativa, creando una Unidad de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre. Importantes resultados han cubierto aspectos de incubación, crianza, engorda y sacrificio, que han permitido aumentar el índice de fertilidad, disminuir la mortalidad en las crías y obtener animales con pesos adecuados sin exceso de grasa al sacrificio (Deeming *et al.*, 1993; Gill, 1995; Carbajo *et al.*, 1997; Buxadé *et al.*, 1999; CEIEPA, 2001; Lozada, 2001; Arauco, 2002; Botello, 2002).

Las crías de avestruz nacen con pesos de entre 800 a 1000 g, perdiendo 50 g diarios hasta que inician su alimentación al día 3 o 4 de edad (Botello, 2002). Sin embargo, Mushi *et al.* (1998) mencionan pérdidas menores de 9.8 g diarios. La tasa de crecimiento en las crías de avestruz es sigmoideal y se ve afectada por efectos genéticos y ambientales (enfermedad, condiciones de cautiverio, estrés si se manejan animales solos o en números pequeños, lugares oscuros, espacios reducidos, temperaturas bajas y falta de agua, entre otras situaciones), siendo entonces el manejo un factor importante a controlar (Deeming *et al.*, 1993; Carbajo *et al.*, 1997; Buxadé *et al.*, 1999; Botello, 2002; Charles, 2003). Además, el crecimiento está íntimamente ligado a valores biológicos importantes como son la carga bacteriana y las concentraciones de analitos sanguíneos, de los cuales existe escasa información en avestruces (Carbajo *et al.*, 1997; Bouda *et al.*, 2004). En los Cuadros 1 y 2 se muestran algunos analitos sanguíneos en crías de avestruz.

El avestruz a pesar de ser un ave, carece de inglubis (buche), tiene un estómago glandular o proventrículo y un estómago muscular o ventrículo, semejándose en esto a los poligástricos. Estas características le confieren ciertas particularidades. En el proventrículo se almacena inicialmente el alimento recibiendo los primeros jugos gástricos (ácido clorhídrico y pepsina); en el ventrículo se lleva a cabo también la digestión proteica, la cual se continua en el intestino delgado y al movilizarse el bolo alimenticio por el intestino grueso (Figura 1), tan largo que en adultos puede alcanzar los once metros de longitud, tiene la posibilidad de aprovechar al máximo los nutrientes digeridos en la dieta, entre ellos aminoácidos y ácidos grasos por un mayor tiempo de acción de enzimas y microorganismos. La capacidad de fermentación de esta especie se ha semejado a la de los rumiantes (Figura 2), otorgándole una alta tasa de digestión de fibra, siendo ésta casi nula en

Cuadro 1. Analitos hematológicos en avestruces de 26* y 50** días de edad.

Analito	Promedio
Albúmina	16.0 g/L *
Globulinas	18.2 g/L*
Glucosa	12.75 mmol/L **
Amilasa	1386.5 U/L *
Hematócrito	0.33 L/L **
Leucocitos	7.68 x10 ⁹ /L **
Calcio	2.31 mmol/L **
Fósforo Inorgánico	1.76 mmol/L **
Potasio	2.03 mmol/L **
Sodio	136.80 mmol/L **
Cloro	98.40 mmol/L **

* Bouda *et al.* (2004).

** Botello (2002).

Cuadro 2. Bacterias de localización digestiva aisladas en pollos de avestruz.

Localización intestinal	
Aislamiento/Localización	Microorganismos
Intestinos/Cloaca	<i>Salmonella</i> spp. <i>Acinetobacter</i> spp. <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Klebsiella</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Clostridium</i> spp. <i>Citrobacter</i> spp. <i>Arcanobacterium pyogenes</i>
Ciegos/Colon	<i>Clostridium</i> spp.
Localización no intestinal	
Saco vitelino	<i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella</i> spp. <i>Pseudomona</i> spp. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Campylobacter</i> spp. <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Streptococcus</i> spp.
Ombligo	<i>Escherichia coli</i>
Ventrículo	<i>Klebsiella pneumoniae</i> Megabacterias

Carbajo *et al.* (1997).

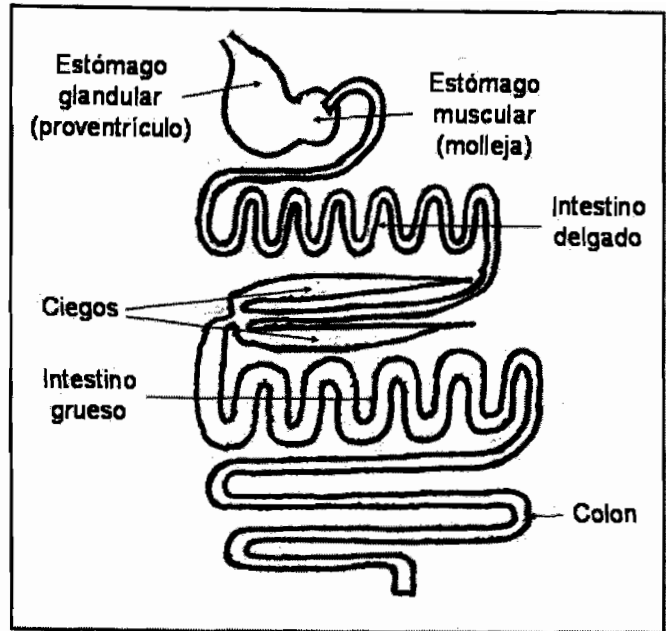


Figura 1. Tracto gastrointestinal de avestruz (Sheideler, 1996).

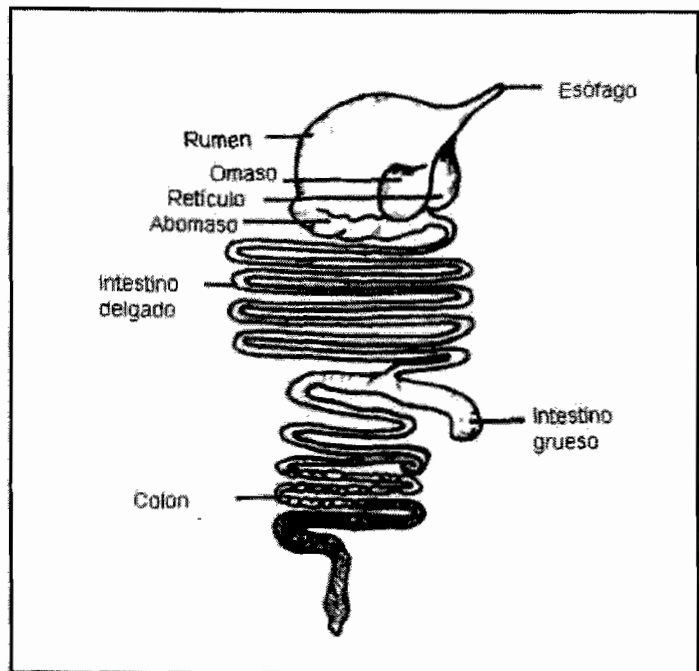


Figura 2. Tracto gastrointestinal de rumiante (Russell, 2005).

otras aves (Cuadro 3). A pesar de que en las primeras semanas los pollos de avestruz no pueden digerir bien las grasas, recordando que no tienen vesícula biliar y en estas edades la producción de bilis por el hígado es mínima, se ha observado que para la décima semana su capacidad se iguala a la de pavos de doce semanas. Esta fisiología digestiva particular se debe considerar en la elaboración del alimento específico de estas aves (Anderloni, 1985; Sheideler, 1996; Carbajo *et al.*, 1997).

El tracto gastrointestinal realiza la digestión y absorción de los nutrientes, pero también mantiene al organismo en contacto con el medio ambiente. El tracto gastrointestinal en el embrión de las aves es estéril, pero la colonización microbiana es precoz y rápida a partir de las 48 horas de la eclosión, principalmente bacterias y organismos anaerobios facultativos y estrictos. Las bacterias entrantes pueden ser patógenas y producir diarrea y reducción en la digestión y la absorción de los nutrimentos; o bien benéficas e inhibir el crecimiento de las bacterias patógenas, estimular el aparato inmunocompetente, sintetizar vitaminas y ácidos grasos de cadenas cortas y mantener la integridad del epitelio intestinal. La ruptura del equilibrio en la flora intestinal ocasiona pérdida en la producción por infecciones entéricas, por lo que las investigaciones se han encaminado a conocer la microbiota gastrointestinal, su interacción con la dieta, el medio ambiente y la manera de combatir la biota patógena. Para prevenir y tratar las infecciones gastrointestinales se han utilizado antibióticos a nivel suprapéutico en el alimento (Cancho *et al.*, 2000; Cuca *et al.*, 1996; Fehervari, 2002; Gauthier, 2002; Spring, 2002; Alltech, 2003). Los antibióticos son compuestos químicos que se producen biológicamente por plantas y microorganismos como los hongos. Tienen propiedades bactericidas y bacteriostáticas. En 1942, se descubrió que la adición de antibióticos en el alimento de los pollos, a niveles de 5 a 10 g/ton

Cuadro 3. Comparación de la fermentación en rumiantes y avestruz (Sheideler, 1996; Carbajo *et al.*, 1997).

RUMIANTES	AVESTRUZ
<p>Cuatro compartimientos: Rumen, retículo, omaso y abomaso.</p> <p>La fermentación en los rumiantes se realiza por una colección rica y densa de organismos en el rumen (bacterias, protozoarios, levaduras y hongos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Celulolíticos (digieren la celulosa). ➤ Hemicelulolíticos (digieren la hemicelulosa). ➤ Amilolíticos (digieren el almidón). ➤ Proteolíticos (digieren la proteína). ➤ Utilizadores de azúcar (usan monosacáridos y disacáridos). ➤ Utilizadores de ácidos (usan como sustrato los ácidos láctico, succínico y málico). ➤ Productores de amoníaco. ➤ Sintetizadores de vitaminas. ➤ Productores de metano. <p>Gran facultad de fermentación (rumen).</p> <p>Pueden aprovechar la proteína microbiana proveniente de los microorganismos.</p> <p>Grandes fermentadores de fibra por todos los organismos fermentadores que ya se mencionaron anteriormente.</p>	<p>Proventrículo. Ventrículo.</p> <p>Faltan estudios para conocer la microbiota del avestruz.</p> <p>Desarrollada facultad de fermentación (que no existe en las otras aves: Digestibilidad de hemicelulosa 66%. Digestibilidad de celulosa 38%. Satisfacen el 76% de su necesidad de EM. (Principalmente en intestino grueso y ciegos).</p> <p>Mayor aprovechamiento de proteína y aminoácidos que en las otras aves, por el mayor tiempo de tránsito intestinal, lo que permite un mayor tiempo de acción de los enzimas y microorganismos y a su vez mayor tiempo de absorción (El tamaño del intestino grueso en aves corresponde al 5.3% de su sistema digestivo, mientras que en el avestruz corresponde al 50% de éste).</p> <p>Más fibra en la dieta, implica un mayor tiempo de actuación de los microorganismos para realizar la fermentación. Por ello se entiende que el avestruz sea el único monogástrico que puede tener altos contenidos de fibra en su dieta.</p> <p>En pavos y avestruz el índice de transformación y la ganancia media diaria siguen una evolución muy pareja. Pero hay que tener en cuenta, que estamos comparando un animal con una alta selección genética con otro completamente silvestre.</p>

de alimento, mejoraba el crecimiento, aún cuando se agregaban a dietas que contenían todos los nutrimentos conocidos (Cuca *et al.*, 1996). Desde entonces, los productores pecuarios han venido utilizado los antibióticos a niveles subterapéuticos como promotores de crecimiento en el alimento de animales tales como, pollos, gallinas ponedoras, pavos, avestruces, conejos, corderos, carneros, reses, porcinos, entre otros (Committee on Drug Use in Food Animals, 1999; Cox, 2003; Cuca *et al.*, 1996). Con los promotores de crecimiento se logra la máxima expresión del potencial genético de los animales, por lo que también reciben el nombre de estimuladores de la productividad o mejoradores de la eficiencia (Jeroch, 1978 en Ilender, 1998). Con el uso de estos antibióticos a niveles subterapéuticos se benefician; 1) el productor, con animales que aprovechan el alimento de una manera más eficiente al mejorar la absorción, digestión y distribución de los nutrientes a los tejidos, eficientando la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la inmunidad del animal y 2) al consumidor, obteniendo productos de mejor calidad nutritiva.

Para que un antibiótico pueda considerarse para su uso como promotor de crecimiento, debe cubrir las siguientes expectativas; mejorar el rendimiento de los animales en forma eficiente y económica, no estar comprometido con la transferencia de resistencias, carecer de resistencia cruzada con otros microingredientes de los alimentos, no ser absorbido por el intestino, no dejar residuos en la canal, carecer de propiedades mutagénicas y carcinogénicas, ser biodegradables y no dañar al medio ambiente (Stábile, 1996 en Ilender, 1998).

Algunos de los antibióticos que cubren estas expectativas y que han sido utilizados como promotores de crecimiento en la producción de animales para consumo humano y especialmente

en aves, son los siguientes: bacitracina, avilamicina, nitrovin, olaquinox, enramicina, avoparcina, espiramicina, sulfato de colistina, flavomicina, sulfato de neomicina, virginiamicina y lincomicina (Stáble, 1996 en Ilender, 1998).

La **bacitracina** en particular, ha demostrado tener buenos resultados en la producción avícola. En pollos de engorda y gallinas ponedoras mejora el aprovechamiento del alimento y la retención de nitrógeno y no se absorbe en el intestino a las cantidades tan bajas a que se emplea como promotor (Huyghebaert y De Groot, 1997); en gallinas ponedoras mejora el peso y la masa del huevo (Ibáñez, 1990); en pollos de engorda mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia (Colín *et al.*, 1994) al igual que en pavos doble pechuga (Francis *et al.*, 1978). Soriano *et al.* (1985) en un estudio comparativo con pollos de engorda con un grupo testigo y dos experimentales, bacitracina a 5 y 30 ppm, encontraron diferencia significativa en la ganancia de peso entre los tratamientos de bacitracina y el testigo. Hubo una mejoría con respecto al testigo del 8.8 y 15% en ganancia de peso y de 4.6 y 3.7% en la conversión alimenticia en los grupos de bacitracina 5 ppm y 30 ppm respectivamente. En otro estudio, también con pollos de engorda, Colín *et al.* (1994) no encontraron diferencia significativa en la ganancia de peso pero sí en la conversión alimenticia, presentándose una mejora del 8.1% en el peso y 16.3% en la conversión con respecto al testigo. Damron y Wilson (1991) encontraron en gallinas ponedoras una mejoría en la producción y fertilidad de los huevos, pero no en la ganancia de peso y la conversión alimenticia. En pavos, la bacitracina controla el número de enterobacterias, bacterias aeróbicas, lactobacilos, bacterias anaeróbicas y clostridias en las edades de 28 a 91 días actuando de manera similar a la monesina y mostrando mayor control que ésta sobre clostridias y lactobacilos en las edades de 109 a 120 días (Craven *et al.*, 2001). Estudios con otros antibióticos han mostrado

también buenos resultados. Entre ellos tenemos que al retirar la flavomicina y la virginiamicina del alimento de pavos, la presencia de *Salmonella* se incrementa (Cox, 2003); el uso de avoparcina y flavomicina mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia en pollos de engorda y en gallinas ponedoras (Reyes *et al.*, 2000).

Actualmente existe el temor de que el uso prolongado de estos antibióticos induzca la selección de cepas resistentes a los antimicrobianos y que lleguen al consumidor productos de origen animal con presencia de residuos de los antimicrobianos utilizados, así como de organismos resistentes a éstos, afectando la salud humana. Aunque no existe evidencia científica que soporte esta teoría, la Comunidad Europea ha tomado acciones desde 1996 para prohibir el uso total para el año del 2006 de antibióticos en niveles subterapéuticos como promotores de crecimiento. Como parte de esta tendencia, existen cambios en la legislación de Estados Unidos en etiquetado y presentación que conducen hacia el consumo de productos de animales que hayan sido criados en estados más naturales y con menos estrés. En este sentido, los fabricantes de alimentos balanceados están buscando alternativas viables para elaborar alimentos libres de antibióticos como promotores de crecimiento (Savage *et al.*, 1985; Colín *et al.*, 1994; Wallace, 1994; Committe on Drug Use in Food Animals, 1999; Corona, 2002; Huyghebaert, 2003; Przyrembel, 2004).

Algunas de las alternativas al uso de antibióticos como promotores de crecimiento son: (1) Prebióticos, como manano oligosacáridos (MOS), transgalacto oligosacáridos (TOS) y fructo oligosacáridos (FOS); (2) probióticos, que son microorganismos vivos o en cultivo como son *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp., *Candida utilis* y *Saccharomyces cerevisiae*,

entre otros; (3) enzimas como la fitasa utilizadas en pavos, pollos, gallinas ponedoras y cerdos (4) ácidos orgánicos tales como el fórmico, el láctico, el propiónico y los ácidos cítricos y (5) aceites esenciales de hierbas como ajo, mostaza, pimienta y orégano (Chesson, 1993; Flores *et al.*, 1993; Wyatt y Goodman, 1993; Benabdeljelil and Arbaoui, 1994; Colín *et al.*, 1994; Jeroch *et al.*, 1995; Vukic y Wenk, 1995; Cancho *et al.*, 2000; Elmer, 2001; Demirel *et al.*, 2004; Mikkelsen and Jensen, 2004; Nguetack *et al.*, 2004; Sokmen *et al.*, 2004).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se encuentra ampliamente descrita (Cronquist, 1984; González y Valenzuela, 2004; Patterson y McGimms, 2004; Raysman y González, 2004; Stone, 1998). Puede ser aislada de humanos, mamíferos, aves, vino, cerveza, fruta, árboles, plantas, tierra, agua, granos y ensilajes. Ha sido utilizada recientemente en investigación molecular con manipulación genómica de ADN y por cientos de años en la industria alimenticia para producción de pan y cerveza. En nutrición humana se le ha considerado con fines de alimentación saludable debido a que es rica en vitaminas del complejo B, minerales, aminoácidos, lisina y proteína de excelente calidad, equivalente a la proteína de soya y con un suplemento de 0.5% de metiotina, equiparable a la caseína. Tiene bajos niveles de azufre. En humanos, un alto consumo de esta levadura puede elevar los niveles de ácido úrico, ya que el 20% del nitrógeno de la proteína es en forma de ácidos nucleicos. Sin embargo, en aves no es un problema ya que cuentan con la enzima uricasa que degrada el ácido úrico (Cronquist, 1984; Stone, 1998; González y Valenzuela, 2004; Patterson and McGimms, 2004; Raysman y González, 2004).

En alimentación animal, la levadura se ha utilizado en tres presentaciones: (1) levadura seca activa, con el 95% de materia seca que garantiza 1.5 a 2.5×10^{12} ufc/g (unidades formadoras de

colonias por gramo), con una estabilidad acorde al empaquetado; (2) levadura viva, que garantiza 5×10^{12} ufc/g y (3) cultivo de levadura, que es un producto fermentado consistente de células de levadura (no viables) y biomasa de levadura (paredes celulares y manano oligosacáridos), diseñado para proveer metabolitos nutrimentales denominados nutrilitos intracelulares y extracelulares, de acuerdo al medio de cultivo y proceso fermentativo utilizados. Para elaborar el cultivo de levadura destinado a consumo animal se ha utilizado como substrato la melaza, con un proceso fermentativo en birreactores aeróbicos, en seco y a altas temperaturas y los metabolitos obtenidos incluyen péptidos, alcoholes, ésteres, ácidos orgánicos, proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos (Stone, 1998).

Los nutrilitos obtenidos nutrirán la microbiota intestinal del animal, proporcionándole una rica fuente de nutrientes, que además son de fácil acceso, ya que no tienen que realizar hidrólisis para hacer uso de ellos. Además, según Morales (2003), el cultivo de levadura tiene una función protectora, ya que los componentes de la pared celular de las levaduras que están presentes en el cultivo, los beta glucanos y mananos, se unen a toxinas, virus y bacterias patógenas y los arrastran a través del intestino hasta salir con ellos. Algunos resultados muestran que los nutrilitos tienen efectos antineoplásicos, antimutagénicos e inmunoestimulantes (Márquez, 1998; Chorvatoricová *et al.*, 1999) y contra la aflatoxicosis (Stanley *et al.*, 1993; Devegowda *et al.*, 1997; Márquez, 1998); destoxifica el organismo (Márquez, 1998); en pavos incrementa el porcentaje de retención de calcio, fósforo inorgánico, boro, potasio y magnesio (Bradley y Savage, 1995) y reduce la grasa en hembras de pavo (Savage *et al.*, 1985).

La conducta general de los avestruces en vida silvestre ha sido ampliamente descrita por Bertram (1992) y en cautiverio existen trabajos como los de Ross and Deeming (1998) y García (2001); en ñandú está el de Codenotti *et al.* (1995), con medición del tiempo que ocupan en conductas tales como alimentación, el dormir, locomoción y conductas sociales como picar a otro pollo. En crías de avestruz no se conoce un trabajo similar.

Es importante en un trabajo nutricional estudiar la conducta alimentaria, sobre todo si se cuantifican los parámetros de crecimiento e ingestión de alimento, a los que afecta directamente. El consumo de alimento varía de una especie a otra, pudiendo consumir cantidades equivalentes al propio peso del organismo en un sólo día, como en el caso de *Sorex spp.*, o bien, permanecer con privación de alimento durante días, como en el caso de *Camelus dromedarius*. La saciedad, por tanto, es variable de acuerdo a la genética de cada especie. La conducta alimentaria está influenciada por la edad, sexo, medio ambiente, horas luz - oscuridad, tipo de alimentación y agrupación social. En animales en vida silvestre es difícil cuantificar la conducta alimenticia, debido a que la cantidad y calidad del alimento varían espacial y temporalmente, pero en cautiverio se pueden llevar a cabo las manipulaciones necesarias para estudiar el crecimiento y la conversión de alimento, en los diferentes grupos animales, incluyendo a las aves de corral y el avestruz (Savory, 1976; Classen *et al.*, 1980; Noble *et al.*, 1993; Nielsen, 1999; Nielsen, 2004).

Cada especie tiene su reconocimiento del alimento y conductas estereotipadas para la adquisición de éste. Por ejemplo, el visón lleva a cabo altos niveles de locomoción antes de alimentarse buscando sonidos de sus presas, mientras que cerdos y aves de corral se ven inhibidos por el espacio al que se les reduce, pero tienen altos niveles de conducta post

alimentación (locomoción y exploración) por falta de saciación de su apetito (Mason and Mendl, 1997; Haskell *et al.*, 2002).

El contexto de agrupación social es muy importante en el avestruz, ya que al igual que en las aves de corral, gallinas y pavos, los pollos de avestruz que inician su alimentación se ven estimulados en cautiverio por los compañeros más grandes y en libertad por la madre y hermanos. Además, en cautiverio la sincronía de actividades como la alimentación y la restricción, pueden afectar aspectos de la alimentación, tales como la disponibilidad del comedero y los espacios de descanso (Wood – Gush, 1971; Noble *et al.*, 1993; Nielsen, 1999; Nielsen, 2004).

Nielsen (1999) describe tres parámetros básicos para una comida, definida como una visita a la fuente de alimento. Éstos son la frecuencia (comidas/día), el tamaño (g/día) y la duración (minutos/comida). Generados de éstos, surgen otros tres parámetros que son el consumo diario (frecuencia x tiempo), la velocidad o tasa de alimentación (tamaño/duración) y el tiempo de alimentación diaria (frecuencia por duración). El uso de la medición de la conducta en lapsos cortos, es un ingrediente importante en la interpretación de los resultados relacionados a aspectos genéticos y nutricionales en el crecimiento, la salud y el bienestar de las aves de corral y de otros animales en cautiverio. Nielsen (2004) indica, además, que los períodos de alimentación diaria, la duración de eventos y el consumo por evento pueden variar en gran medida entre individuos con similar o idéntico consumo diario de alimento, tiempo de alimentación diaria y tasa de alimentación, por lo que estudios en lapsos cortos de la conducta alimentaria podrían agregar

información valiosa a investigaciones concernientes a nutrición asociada al crecimiento y producción de animales de granja.

Justificación

La utilización de promotores de crecimiento en alimentos para animales de consumo humano tiende a un mediano plazo, hacia la elección de productos naturales sobre los antibióticos subterapéuticos, que proporcionen los mismos beneficios en cuanto a refuerzo de la salud del animal, mejoramiento del crecimiento y de la eficiencia alimenticia y disminución de bacterias nocivas sin afectar a la microbiota benéfica, eliminado además el riesgo de la resistencia bacteriana hacia los antimicrobianos. Considerando que estos productos alternativos actuarán de manera distinta, de acuerdo al tipo de sistema digestivo, sea monogástrico o poligástrico y a las particularidades de cada especie, este trabajo contribuye con la evaluación de algunos efectos biológicos y conductuales del uso del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en crías de avestruz en cautiverio.

Hipótesis Nula

El uso del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* utilizado como promotor de crecimiento natural, no modifica la mortalidad, la ganancia de peso, las concentraciones fecales, la concentración de los analitos sanguíneos, la carga bacteriana ni la conducta alimentaria en las crías de avestruz en cautiverio.

Hipótesis de trabajo

El uso del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* utilizado como promotor de crecimiento natural, disminuirá la mortalidad, mejorará la ganancia de peso, mantendrá la concentración de los analitos sanguíneos, disminuirá la microbiota negativa en sistema digestivo, presentará menor eliminación de calcio, fósforo y nitrógeno en heces, mejorando además los tiempos de alimentación y disminuyendo la coprofagia en las crías de avestruz en cautiverio menores a los 50 días de edad.

Objetivo General

Evaluar la utilización del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como una alternativa natural como promotor de crecimiento en crías de avestruz en cautiverio menores de cincuenta días de edad y cuantificar la mortalidad, el aumento de peso, las concentraciones fecales, la concentración de los analitos sanguíneos, la carga bacteriana y la conducta alimentaria.

Objetivos particulares

Estimar y comparar los siguientes parámetros en crías de avestruz alimentadas con dietas complementadas con bacitracina o con el cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*:

1. Mortalidad.
2. Ganancia de peso durante los primeros 30 días de edad.

Hipótesis de trabajo

El uso del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* utilizado como promotor de crecimiento natural, disminuirá la mortalidad, mejorará la ganancia de peso, mantendrá la concentración de los analitos sanguíneos, disminuirá la microbiota negativa en sistema digestivo, presentará menor eliminación de calcio, fósforo y nitrógeno en heces, mejorando además los tiempos de alimentación y disminuyendo la coprofagia en las crías de avestruz en cautiverio menores a los 50 días de edad.

Objetivo General

Evaluar la utilización del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como una alternativa natural como promotor de crecimiento en crías de avestruz en cautiverio menores de cincuenta días de edad y cuantificar la mortalidad, el aumento de peso, las concentraciones fecales, la concentración de los analitos sanguíneos, la carga bacteriana y la conducta alimentaria.

Objetivos particulares

Estimar y comparar los siguientes parámetros en crías de avestruz alimentadas con dietas complementadas con bacitracina o con el cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*:

1. Mortalidad.
2. Ganancia de peso durante los primeros 30 días de edad.

3. Tasa de crecimiento diaria durante los primeros 30 días de edad.
4. Bacterias Gram positivas y Gram negativas en muestras de hisopos cloacales a los 30 días de edad.
5. Concentración fecal de calcio, fósforo y proteína cruda a los 30 días de edad.
6. Concentración de hematocrito (diferencial), leucocitos (diferencial), glucosa, albúmina y amilasa en avestruces de 50 días de edad.
7. Tiempo que ocupan las crías a los 7, 14, 21 y 28 días de edad en las conductas de comer, sin comer y descansar.
8. Cuantificación de la tasa de picoteos y eventos presentes de coprofagia a los 7, 14, 21 y 28 días de edad.

Método

El estudio se realizó del 25 de marzo al 29 de noviembre del 2004 en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Avícola (CEIEPA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, que está ubicado en la Calle de Salvador Díaz Mirón s/n, en Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, México D. F. La altitud es de 2,250 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 18° C y una precipitación pluvial de 747 mm, con una superficie del área de estudio de 600 m² (Botello, 2002).

Se utilizaron 59 crías procedentes de cuatro parejas y un trío (dos hembras y un macho) del hato reproductivo del CEIEPA. Los huevos se recolectaron, trasladaron, almacenaron e

incubaron de acuerdo a lo recomendado por Buxadé *et al.* (1999). Cada huevo se marcó con un número consecutivo de acuerdo al orden de recolección, anotando en la bitácora los progenitores y las fechas de recolección, incubación y eclosión. Al nacer, las crías se dejaron un día en la nacedora, un día en un cajón de madera de 39 x 39 x 58 cm y al tercer día se alojaron en corraletas de 3 m de frente por 7 m de fondo con substrato de tepetate (tierra amarilla) compactado con periferia de malla de acero ciclónica de 1.20 m de altura con protecciones de madera (triplay) en todos los lados. Los corrales estuvieron ubicados en la misma caseta techada y cada uno con condiciones similares de ventilación, temperatura y luz solar. Se formaron grupos asincrónicos de ± 3 aves, iniciando con un grupo de bacitracina y siguiendo con un grupo de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, de manera sucesiva hasta completar 10 grupos de cada tratamiento. Se identificó a cada una de las aves con una cinta adhesiva de color amarillo o gris, de acuerdo al orden de nacimiento y ubicación en los grupos experimentales, colocándose de la siguiente manera: al primer pollo (primer nacimiento del grupo) se le colocó una cinta amarilla en la pata derecha, al segundo, una cinta amarilla en la pata izquierda, al tercero, una cinta gris en la pata derecha y al cuarto pollo, una cinta gris en la pata izquierda. Los grupos de aves integrados de esta manera permanecieron iguales hasta los 50 días de edad. La calefacción se brindó de manera continua hasta los 30 días de edad, con un foco infrarrojo de 250 watts en una de las esquinas del corral. La comida fue suministrada en comederos de plástico rojo de 48 cm de diámetro. Los bebederos fueron variando de acuerdo a la edad de los pollos: de 2 a 7 días de edad: se usaron bebederos redondos de plástico translúcido blanco de 16 x 8 cm de altura; de 8 a 20 días de edad se utilizaron bebederos redondos de plástico translúcido blanco de 16 x 13 cm de altura; de 21 a 37 días de edad, se usaron bebederos rectangulares de 27 x 26 x 19 cm y para pollos mayores a 37 días de edad de 27 x 26 x 27 cm. Todos los corrales se barrieron a diario a

las 7:30 horas (AM). La comida y agua se suministraron diariamente en comederos y bebederos limpios.

Los grupos fueron alimentados con la misma dieta hasta los cincuenta días de edad variando únicamente el promotor de crecimiento en cada uno de los dos tratamientos*: (1) con 50 ppm de Bacitracina Metileno Disalicilato y (2) 3 kg/ton de alimento de cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Cuadro 4). La composición del alimento se presenta en el Cuadro 5. La ración diaria de cada grupo se calculó como la suma de cada una de las raciones correspondientes a cada pollo integrante de acuerdo a su edad (Cuadro 6). La ración resultante se dividió en dos porciones iguales, dando la primera a las 09:00 horas (AM) y la segunda a las 13:30 horas (PM). El agua se proporcionó *ad libitum*.

* Debido a que la utilización de bacitracina como promotor de crecimiento en aves está ampliamente sustentada en investigaciones y su utilización se ha realizado desde hace muchas décadas (ver páginas 9 – 12), con buenos resultados en ganancia de peso y conversión alimenticia en las producciones avícolas mexicanas (Soriano *et al.*, 1985; Colín *et al.*, 1994) y debido a que para este trabajo se contaba con un número reducido e insuficiente (60 crías de avestruz) para tres grupos, se decidió eliminar el grupo testigo y realizar el estudio únicamente con los dos tratamientos experimentales.

Cuadro 4. Análisis del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* utilizado (Diamond V, 2005)

Proteína	12.0%
Aceite y grasa	3.0 %
Fibra	6.5 %
Ceniza	5.0 %
Lisina	0.5 %
Metionina	0.3 %

Incluye además, melaza (como excipiente), beta glucanos y beta mananos de la pared celular.

Cuadro 5. Composición del alimento (CEIEPA, 2002).

Ingredientes	Bacitracina	Cultivo de levadura
Sorgo	42.13	42.13
Salvado de trigo	6.00	6.00
Harina de alfalfa	15.30	15.30
Pasta de soya	24.40	24.40
Aceite de soya	1.70	1.70
Melaza de caña	4.00	4.00
Ortofosfato de calcio	3.50	3.50
Carbonato de calcio	1.70	1.70
Sal	0.40	0.40
DL - Metionina	0.15	0.15
Premezcla vitamínica*	0.30	0.30
Premezcla mineral*	0.15	0.15
Cloruro colina 60%	0.15	0.15
Bacitracina Metileno Disalicilato	0.05	0.0
Cultivo de levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.0	0.30
Fungicida	0.05	0.05
L - Lisina HCl	0.01	0.01
Antioxidante	0.01	0.01
Análisis Químico Inmediato (%) (Lab. Nutr. Anim., 2004)**		
Materia seca (%)	90.10	90.42
Humedad (%)	9.90	9.58
Proteína cruda (Nitrógeno*6.25)	16.87	16.84
Extracto etéreo (%)	5.17	5.11
Cenizas (%)	9.99	10.34
Fibra cruda (%)	6.18	6.00
Extracto libre de nitrógeno (%)	51.90	52.13
Total de Nitrógeno Digestible (%)	72.91	72.89
Calcio (%)	1.72	1.34
Fósforo (%)	0.97	0.95
Energía Digestible kcal/kg (aproximadamente)	3214	3214
Energía Metabolizable kcal/kg (aproximadamente)	2636	2635

* Premezclas del CEIEPA, UNAM.

** Resultados en Base Húmeda.

Cuadro 6. Ración de alimento diaria por ave para crías de avestruz en cautiverio.

Edad (Días)	Alimento (g)
3 a 5	50
6	75
8	100
10	150
15	200
20	250
25	300
30	350
35	400
40	450
45	500

Fuente: Datos ajustados por el autor de acuerdo al consumo 2003.

Variables en el estudio

Mortalidad: Se registró la mortalidad diaria de las crías de avestruz hasta los 50 días de edad.

Ganancia de peso diaria: Se realizaron pesajes individuales diariamente hasta los 30 días de edad y a los 45 días de edad. Todo el pesaje se realizó a las 07:30 horas (AM), antes del primer alimento.

Colonias gram positivas y gram negativas: Con hisopos cloacales estériles se tomaron 30 (15 por tratamiento) muestras individuales a los 30 días de edad. Las muestras se tomaron a las 09:00 horas (AM) después de suministrar el primer alimento. Los hisopos se trasladaron en tubos de ensayo previamente esterilizados con rosca y tapa, en suero fisiológico, dentro de un recipiente con refrigerante, dentro de las siguientes dos horas de la toma, al Departamento de Producción de Aves de la FMVZ, donde se procesaron todas las muestras con la Técnica de Gentry para cuantificar colonias de bacterias Gram positivas, Gram negativas y colonias totales.

Concentración fecal de calcio, fósforo y proteínas (Nitrógeno): Se tomaron 28 (14 por tratamiento) muestras fecales individuales a los 30 días de edad. Éstas se obtuvieron después de proporcionar el primer alimento del día, en la primera deyección de cada ave. Se tomaron las heces completas con un guante limpio, colocándolas en una bolsa con cierre hermético. Los datos de cada muestra fueron número de cría, tratamiento, fecha de muestreo, hora de muestreo y peso húmedo. Las muestras se trasladaron dentro de las siguientes dos horas de la toma, en un recipiente con refrigerante al Departamento de Nutrición y Bioquímica de la FMVZ. Ahí se

procesaron utilizando el método AOAC Químico Proximal (1990), el Nitrógeno *6.25 y las cenizas; el Calcio con el método AOAC 927.02 (1990) y el Fósforo con el método AOAC 965.7 (1990).

Concentración de analitos sanguíneos y química sanguínea: Se tomaron 22 (11 por tratamiento) muestras sanguíneas individuales a los 50 días de edad. La extracción se realizó después de las 11:00 horas, después del primer alimento de las aves y ya que hubiesen ingerido agua. Las muestras se tomaron de la vena braquial sin uso de sedación, con inmovilización sobre una mesa o escritorio para no lastimar al ave. Las jeringas utilizadas fueron Sarstedt Monovette sin anticoagulante (Serum Z) de 2.7 ml. para obtener suero para la química sanguínea y en jeringas con heparina de Litio (Li Heparin) de 2.7 ml. para el hemograma. Se utilizaron agujas Sarstedt 21 G x 1" TW, de 0.8 x 25 mm. Las muestras se transportaron en las siguientes dos horas de la toma al Laboratorio de Patología Clínica de la FMVZ de la UNAM. Fueron centrifugadas y el suero se separó para su análisis. En el suero sanguíneo se determinaron las concentraciones de glucosa, proteína total, albúmina y amilasa. En el hemograma se cuantificó el hematocrito, eritrocitos, proteína total, y leucocitos diferencial (neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos).

Conducta alimentaria: Se utilizaron 16 crías, 8 por tratamiento. Al colocar el primer alimento del día, a las 09:00 horas (AM), se registró en grabación visual una hora de la conducta de las dos aves de cada réplica, repitiendo las observaciones en los mismos individuos a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. El registro se llevó a cabo con una cámara de video Handycam Vision Hi8, 560x de Sony. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de las grabaciones en una videograbadora

Mitsubishi de cuatro cabezas, cuantificando el tiempo (en minutos) que pasó cada pollo comiendo, sin comer y descansando y cuantificando los picoteos al alimento, la tasa de picoteos por hora y las ocasiones que realizaron coprofagia (Martín y Bateson, 2003).

Análisis Estadístico

Para el análisis del crecimiento se utilizó un modelo de medidas repetidas representado como:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + S_j + TS_{ij} + I(TS)_{k(ij)} + \delta_{(ijk)} + E_l + TE_{il} + SE_{jl} + TSE_{ijl} +$$

$$\varepsilon_{(ijkl)m},$$

donde Y_{ijklm} es la m – éxima observación de peso asociada a la l – éxima edad (0, ...45 días), al k – éxima avestruz, al j – éximo sexo (macho y hembra) y al i – éximo tratamiento (1, 2).

μ es la media poblacional;

T_i es el efecto del i – éximo tratamiento (tratamiento 1 = bacitracina y tratamiento 2 = cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*);

S_j es el efecto del j – éximo sexo (macho y hembra);

TS_{ij} es el efecto del j – éximo sexo con el i – éximo tratamiento;

$I(TS)_{k(ij)}$ es el avestruz anidada en el i – éximo tratamiento y el j – éximo sexo;

$\delta_{(ijk)}$ es el error de restricción debido a la aleatorización de los avestruces N1D $(0, \sigma^2_\delta)$;

E_l es el efecto de la l – ésima edad (0, 1, ...45 días);

TE_{ijl} es el efecto de la l – ésimo edad con el i – ésimo tratamiento;

SE_{jl} es el efecto de la l – ésima edad con el j – ésimo sexo;

TSE_{ijl} es el efecto de la l – ésima edad con el j – ésimo sexo con el i – ésimo tratamiento;

$\mathcal{E}_{(ijkl)_m}$ es el error aleatorio N1D $(0, \sigma^2_\delta)$.

Las mortalidades por tratamiento fueron comparadas con X^2 . Las concentraciones fecales y la carga bacteriana de colonias Gram positivas y Gram negativas a los 30 días de edad, así como las concentraciones de los analitos sanguíneos a los 50 días de edad se compararon a través de la prueba de t de Student. Las conductas alimentarias se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías (edad y tratamiento). Todos los análisis se realizaron a través de SAS (2002).

Resultados

En el Cuadro 7 se muestra el análisis de varianza para la ganancia de peso en las crías de avestruz de los 0 a los 30 días de edad. Hubo un efecto significativo de la edad sobre el peso del ave ($p < 0.001$), y de la interacción del tratamiento con la edad ($p < 0.006$). No hubo efecto de los tratamientos ($p > 0.31$). Estos resultados se explican debido a que el crecimiento promedio de tratamientos fue de $1860 \text{ g} \pm 15.87$ con bacitracina y de $1972 \text{ g} \pm 15.48$ con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*; el crecimiento promedio de machos fue de $1949 \text{ g} \pm 15.84$, mientras que las hembras mostraron valores de $1884 \text{ g} \pm 15.45$. El efecto de edad mostró un comportamiento sigmoidal (Figura 3), siendo los pesos promedios al nacimiento y a los 30 días de edad para el tratamiento con bacitracina de $879 \text{ g} \pm 81.1$ y de $3556 \text{ g} \pm 75.8$, mientras que para el tratamiento con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* éstos fueron de $917 \text{ g} \pm 72.4$ y de $3821 \text{ g} \pm 68.9$. El efecto de interacción se explica debido al cambio de posición en los tratamientos a los 16 días de edad. La ganancia de peso diaria (Figura 4) muestra que los pollos con bacitracina siguen perdiendo peso hasta los siete días de edad, con una mediana diaria de 95.94 gramos, mientras que las aves con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* pierden peso hasta el cuarto día, con una mediana de 94.80 gramos. Sin embargo, la ganancia de peso presenta más fluctuaciones en el grupo con bacitracina que en el grupo con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

Con respecto a mortalidad, no se detectaron diferencias estadísticas ($p = 0.32$ por X^2) entre tratamientos a lo largo del estudio (9/29, 31.03% y 5/30, 17.24%; para bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* respectivamente).

En los analitos sanguíneos cuantificados a los 50 días de edad en ambos tratamientos (Cuadro 8), no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de ellos. Las concentraciones fecales en los pollos a los 30 días de edad, no mostraron diferencias estadísticas entre ambos tratamientos (Cuadro 9). De igual forma, las colonias Gram positivas y Gram negativas cuantificadas en la cloaca fueron semejantes entre tratamientos (Cuadro 10).

El Cuadro 11 muestra el análisis de varianza para las características de comportamiento alimentario en pollos menores de 30 días. La edad mostró diferencias ($p < 0.01$) en todas las conductas alimentarias del estudio (tiempos ocupados en comer, sin comer, descansar, tasa de picoteos y coprofagia). La interacción tratamiento x edad para el tiempo que invirtieron las crías comiendo aumentó con la edad, presentando promedios de 14.6 y 17.3 min/hora a los 7 días de edad ($p < 0.03$) y de 22.1 y 24.1 min/hora a los 28 días de edad ($p < 0.08$), con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente (Fig. 5). En el análisis comparativo entre tratamientos encontramos que el tiempo sin comer no tuvo diferencias significativas siendo de 44.4 y 42.3 min/hora para 7 días de edad ($p < 0.1$) y de 37.2 y 35.3 min/hora para 28 días de edad ($p < 0.1$), con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente (Fig. 6). El tiempo que ocuparon las aves descansando si tuvo diferencia significativa presentando 26.1 y 32.4 min/hora a los 7 días ($p < 0.01$) y 20.3 y 23.3 min/hora a los 28 días ($p < 0.01$) con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente (Fig. 7).

Los picoteos en la interacción tratamiento x edad fueron de 621 y 706 a los 7 días de edad ($p < 0.09$) y de 1071 y 1222 a los 28 días de edad ($p < 0.01$), con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente (Fig. 8). La frecuencia de coprofagia disminuyó con

la edad de los pollos en ambos tratamientos. La coprofagia fue más frecuente en los pollos que recibieron la dieta con bacitracina que en los que recibieron cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, presentándose 3.13 y 2.25 eventos/hora a los 7 días de edad ($p < 0.01$) y 2 y 0.63 eventos/hora a los 28 días de edad ($p < 0.01$) con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente (Fig. 9).

Cuadro 7. Análisis de varianza y promedios generales para el crecimiento de avestruces de 0 a 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

Origen de variación	gl	Cuadrados medios	F	P ≤
Tratamiento	1	2750534	1.03	0.35
Sexo	1	912016	0.34	0.68
Tratamiento x Sexo	1	647103	0.24	0.62
Id(Tratamiento x Sexo)	40	2667171		
Edad	31	74185932	676.28	< 0.0001
Tratamiento x Edad	31	194510	1.77	0.006
Sexo x Edad	31	31366	0.29	1
Error	973	109698		

Tratamiento	Promedio ± Error Estándar
Bacitracina	1860.51 ± 15.87 ^a
Cultivo	1972.93 ± 15.48 ^a

Sexo	Promedio ± Error Estándar
Hembras	1884.34 ± 15.45 ^a
Machos	1949.11 ± 15.84 ^a

Tratamiento	Sexo	Promedio ± Error Estándar
Bacitracina	Hembras	1802.53 ± 25.32 ^a
Bacitracina	Machos	1918.51 ± 19.07 ^a
Cultivo	Hembras	1966.15 ± 17.68 ^a
Cultivo	Machos	1979.71 ± 24.66 ^a

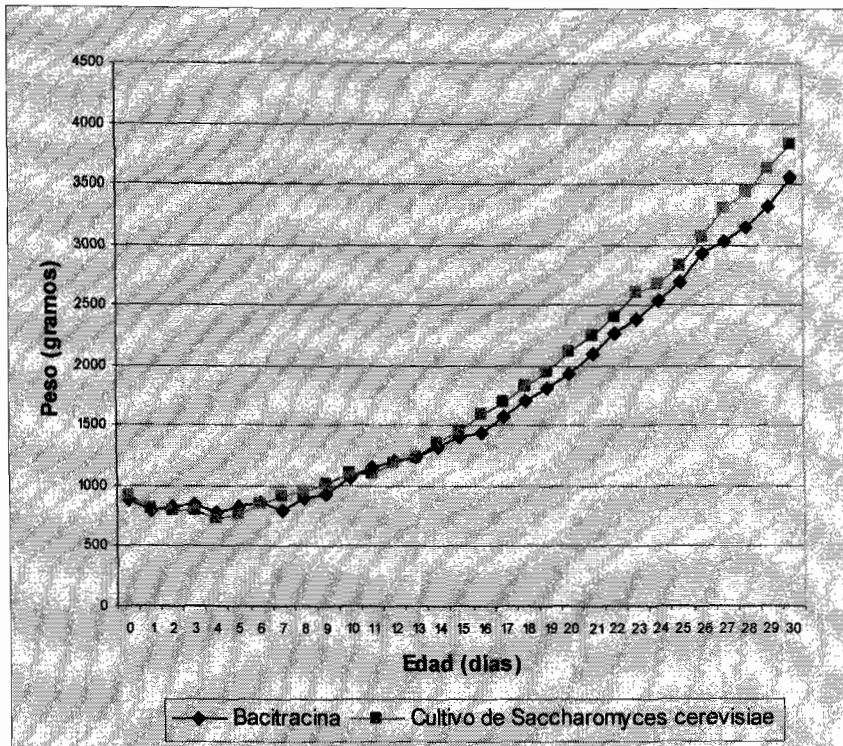


Figura 3. Crecimiento en crías de avestruz hasta los 30 días de edad.

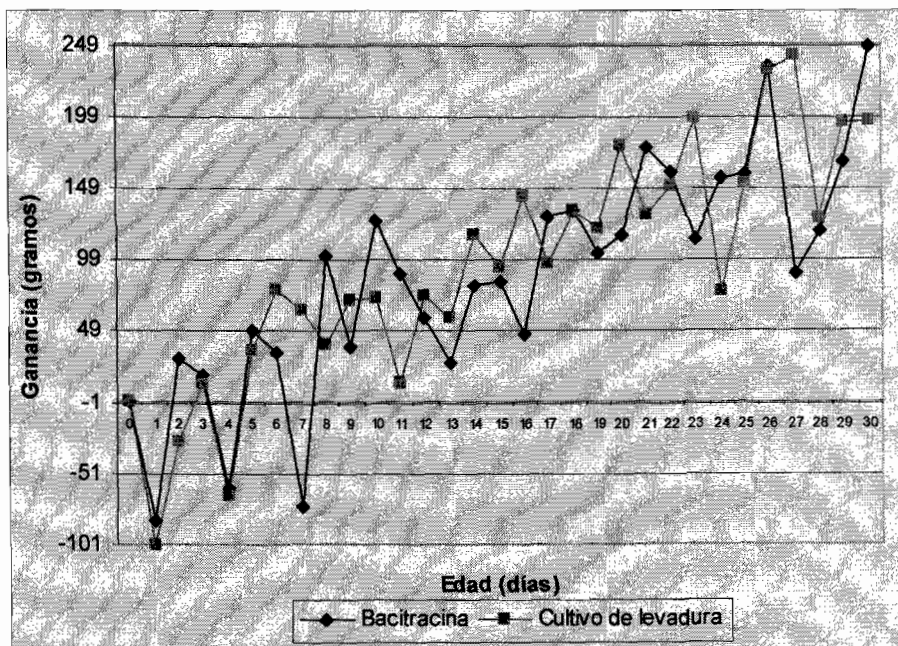


Figura 4. Ganancia de peso diaria en crías de avestruz hasta los 30 días de edad.

Cuadro 8. Promedios y errores estándar de analitos sanguíneos en avestruces a los 50 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

Analito sanguíneo	Bacitracina		Cultivo de <i>S. cerevisiae</i>		t	P ≤
Hematocrito (L/L)	0.37 ±	0.01	0.36 ±	0.01	0.95	0.34
Eritrocitos (x10 ¹² /L)	2.04 ±	0.14	1.71 ±	0.14	2.59	0.12
Volumen globular medio (fL)	173.55 ±	22.66	169.64 ±	22.66	0.01	0.90
Plaquetas (g/L)*	99.94 ±	23.21	54.0 ±	23.21	1.96	0.20
Proteínas totales	35.64 ±	1.23	38.55 ±	1.23	2.81	0.11
Fibrinógeno	1.09 ±	0.18	1.27 ±	0.18	0.51	0.48
Leucocitos (x10 ⁹ /L)	11.91 ±	1.16	12.15 ±	1.16	0.02	0.88
Heterófilos (x10 ⁹ /L)	8.92 ±	1.01	9.95 ±	1.01	0.52	0.48
Linfocitos (x10 ⁹ /L)	2.34 ±	0.27	1.59 ±	0.27	3.77	0.07
Monocitos (x10 ⁹ /L)	0.25 ±	0.08	0.18 ±	0.08	0.45	0.51
Eosinófilos (x10 ⁹ /L)	0.12 ±	0.04	0.11 ±	0.04	0.02	0.89
Basófilos (x10 ⁹ /L)	0.28 ±	0.07	0.15 ±	0.07	1.64	0.21
Glucosa (mmol/L)	13.55 ±	0.39	13.64 ±	0.39	0.03	0.87
Albúmina (g/L)	13.55 ±	0.51	13.91 ±	0.51	0.25	0.62
Amilasa (g/L)	2673.91 ±	173.80	2701.18 ±	173.80	0.01	0.91

Cuadro 9. Promedios (en porcentajes) y errores estándar de concentraciones fecales en avestruces a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

	Bacitracina	Cultivo de <i>S. cerevisiae</i>	t	P ≤
Materia seca	39.75 ± 1.77	41.18 ± 1.77	0.33	0.57
Humedad	59.89 ± 1.73	58.74 ± 1.73	0.22	0.64
Cenizas	60.06 ± 2.56	65.26 ± 2.56	2.07	0.16
Calcio	1.81 ± 0.16	1.81 ± 0.16	0.00	0.99
Fósforo	1.05 ± 0.11	0.99 ± 0.11	0.13	0.72
Proteína cruda	7.21 ± 0.50	6.39 ± 0.48	1.38	0.25

Cuadro 10. Promedios y errores estándar de colonias Gram positivas y Gram negativas en avestruces a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

	Bacitracina	Cultivo de <i>S. cerevisiae</i>	t	P ≤
Conteo general	$4.81 \times 10^8 \pm 3.61 \times 10^8$	$3.88 \times 10^8 \pm 2.43 \times 10^8$	0.21	0.84
Gram negativas	$3.32 \times 10^7 \pm 1.33 \times 10^7$	$3.26 \times 10^7 \pm 1.54 \times 10^7$	0.03	0.97
Gram positivas	$5.59 \times 10^7 \pm 2.99 \times 10^7$	$0.8 \times 10^6 \pm 0.8 \times 10^6$	1.78	0.09

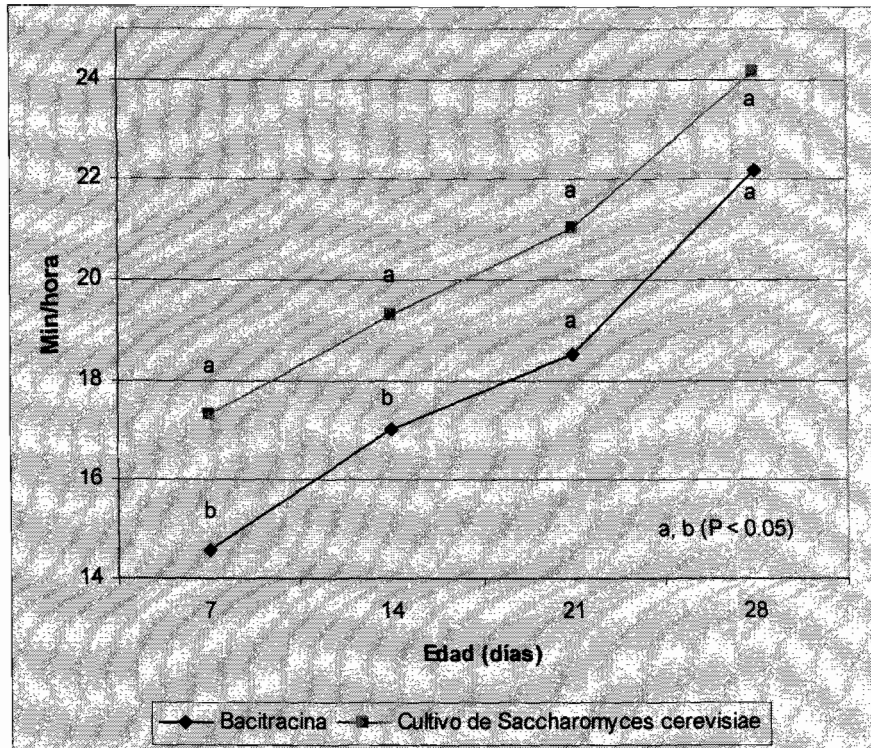


Figura 5. Min/hora que pasaron comiendo las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.

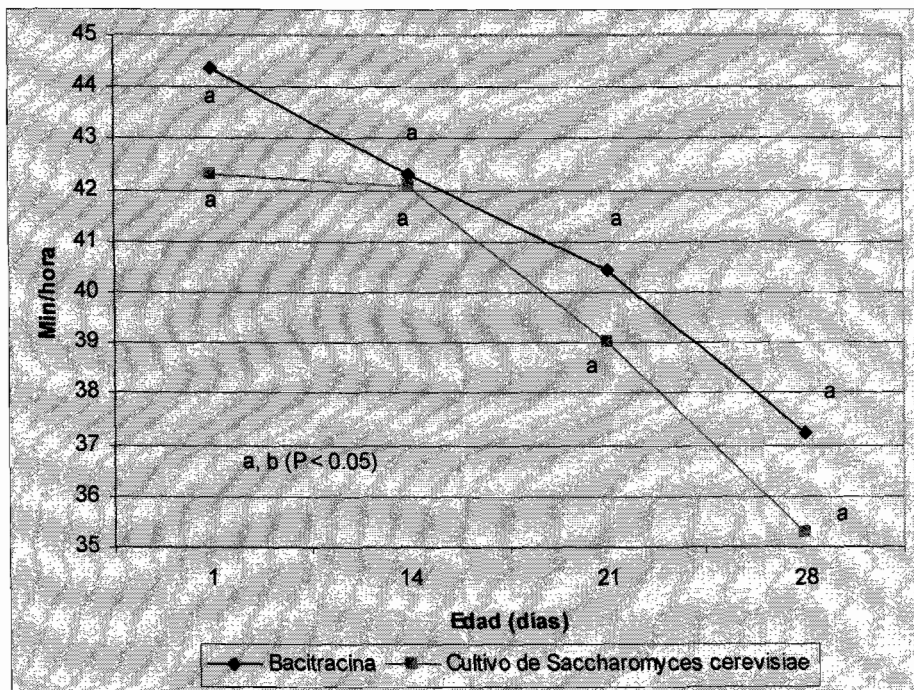


Figura 6. Min/hora que pasaron sin comer las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.

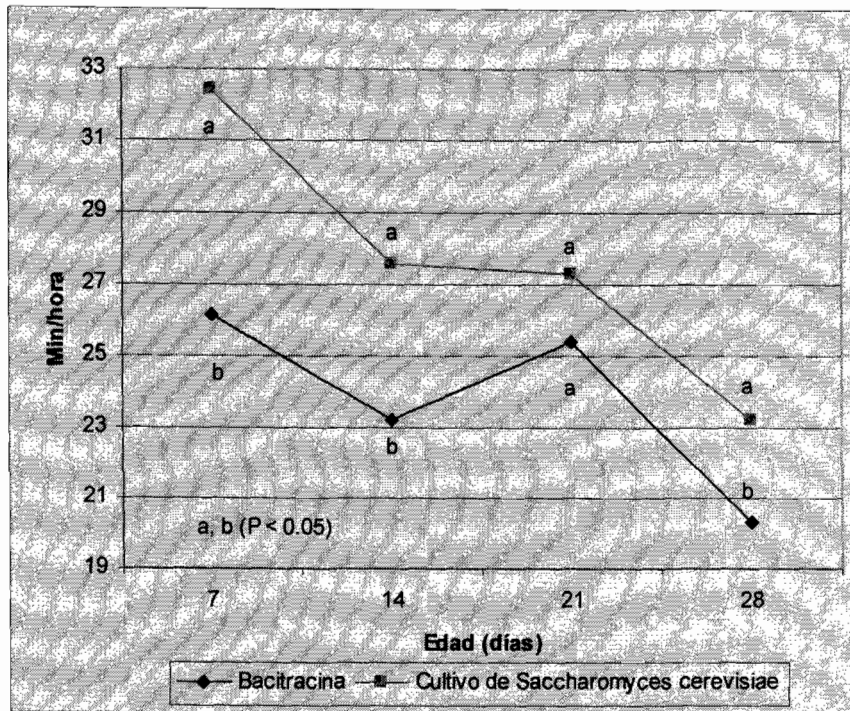


Figura 7. Min/hora que pasaron descansando las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.

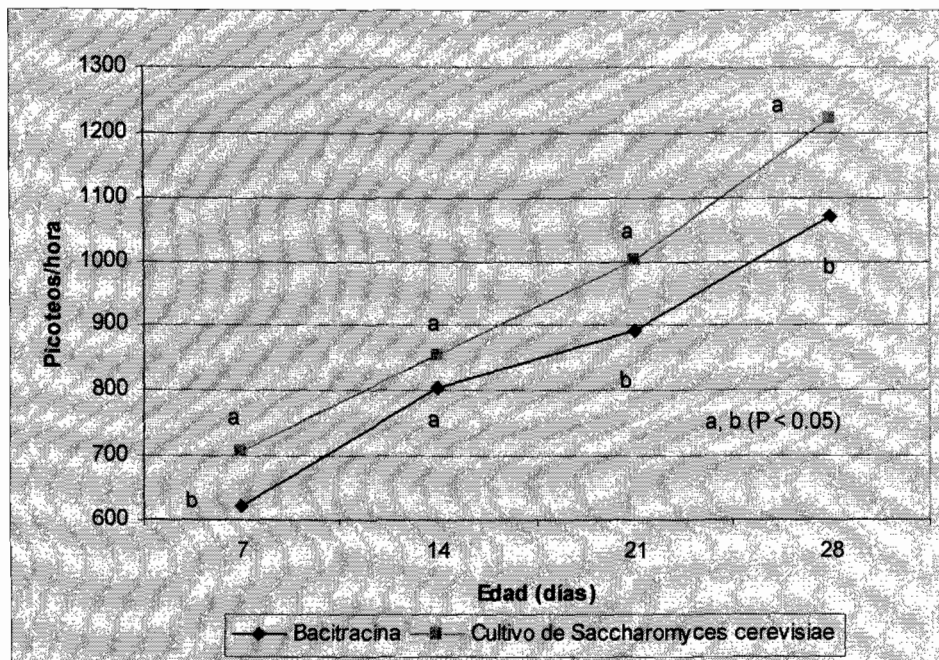
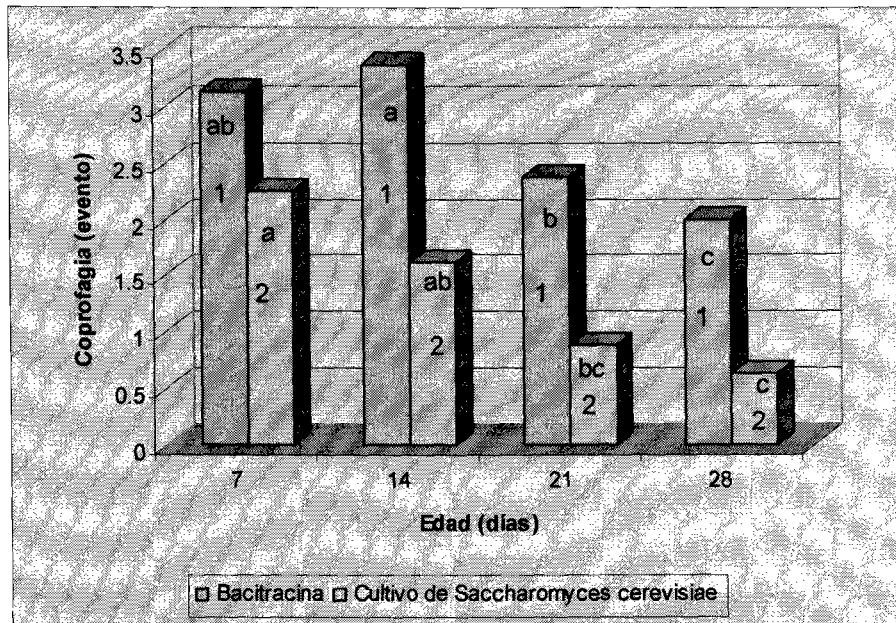


Figura 8. Picoteos/hora al alimento de las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.



Diferente letra dentro del mismo grupo indica $P < 0.05$.
 Diferente número entre diferentes grupos de la misma edad indica $P < 0.05$.

Figura 9. Eventos de coprofagia en crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.

Cuadro 11. Cuadrados medios y promedios generales para algunas conductas alimenticias en avestruces menores a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.

Origen de variación	gl	Tiempo comiendo		Tiempo sin comer		Tiempo descansando		Picoteos		Coprofagia	
		C.M.	P ≤	C.M.	P ≤	C.M.	P ≤	C.M.	P ≤	C.M.	P ≤
Trat	1	83.56	0.17	38.19	0.37	251.02	0.0085	157708.27	0.45	30.25	0.0001
Pollo(Trat)	14	40.13		44.82		26.85		267864.86		1.26	
Edad	3	139.55	0.0001	159.08	0.0001	153.93	0.0001	660962.02	0.0001	7.10	0.0001
Trat x edad	3	0.26	0.98	2.23	0.79	16.25	0.02	7260.06	0.51	0.54	0.54
Error	42	4.94		6.37		4.58		9187.88		0.74	

Tratamientos		Promedios	Promedios	Promedios	Promedios	Prom ± error estándar
Bacitracina		18.17	41.19	23.56	846.78	2.72 ± 0.15
Cultivo		20.34	39.46	27.54	946.06	1.34 ± 0.15
Edad (días)		Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar
7		16.16 ± 0.33	43.34 ± 0.38	29.28 ± 0.32	663.44 ± 23.96	2.69 ± 0.21
14		18.17 ± 0.33	42.19 ± 0.38	25.40 ± 0.32	829.19 ± 23.96	2.50 ± 0.21
21		19.56 ± 0.33	39.53 ± 0.38	26.34 ± 0.32	946.38 ± 23.96	1.62 ± 0.21
28		23.14 ± 0.33	36.24 ± 0.38	21.57 ± 0.32	1146.69 ± 23.96	1.31 ± 0.21
Tratamiento con Edad		Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar	Prom ± error estándar
Bacitracina	7	14.59 ± 0.47	44.37 ± 0.53	26.14 ± 0.46	621.25 ± 33.89	3.12 ± 0.30
Bacitracina	14	17.04 ± 0.47	42.32 ± 0.53	23.22 ± 0.46	804.00 ± 33.89	3.37 ± 0.30
Bacitracina	21	18.52 ± 0.47	40.44 ± 0.53	25.38 ± 0.46	890.75 ± 33.89	2.37 ± 0.30
Bacitracina	28	22.14 ± 0.47	37.22 ± 0.53	20.29 ± 0.46	1071.12 ± 33.89	2.00 ± 0.30
Cultivo	7	17.32 ± 0.47	42.30 ± 0.53	32.43 ± 0.46	705.62 ± 33.89	2.25 ± 0.30
Cultivo	14	19.31 ± 0.47	42.05 ± 0.53	27.58 ± 0.46	854.37 ± 33.89	1.62 ± 0.30
Cultivo	21	21.01 ± 0.47	39.02 ± 0.53	27.29 ± 0.46	1002.00 ± 33.89	0.87 ± 0.30
Cultivo	28	24.15 ± 0.47	35.26 ± 0.53	23.25 ± 0.46	1222.25 ± 33.89	0.62 ± 0.30

Discusión

El tamaño de muestra experimental fue pequeño, quizás por este hecho no se obtuvo diferencia estadística en la mortalidad entre tratamientos y para alcanzar significancia estadística el número de observaciones requeridas era de 277 (Daniel, 2002).; sin embargo, hubo una tendencia numérica a mayor mortalidad para el tratamiento con bacitracina presentándose el 31.03% de mortalidad y del 17.24% para el tratamiento con cultivo de la levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, lo que representa una diferencia de 13.8% menos, lo que en una producción comercial significa una importante diferencia económica, ya que de un ave que llega a la edad del sacrificio (diez meses) se obtiene un promedio de 40 a 45 kilogramos de carne, que se comercializa en aproximadamente ochenta a cien pesos por kilogramo, o bien, por ave viva en tres mil pesos o más.

La mortalidad es uno de los grandes problemas de esta especie en cautiverio, presentándose el 20% (o más, inclusive hasta el 50%) principalmente en los primeros tres meses de edad (Carbajo *et al.*, 1997). Las principales causas de mortalidad son diarrea, anorexia, retención e infección de saco vitelino, rotación tibio tarso femoral e impactación de proventrículo. Éstos problemas son provocados por el método de crianza, por ello, para disminuir el porcentaje de muertes se tienen que tomar en cuenta las siguientes consideraciones desde el segundo día de edad del pollo: espacio suficiente por ave, piso natural de tepetate, ventilación adecuada, grupos homogéneos en edad y en número de acuerdo al espacio en que se encuentren y calefacción nocturna en pollos menores de un mes (Botello, L. C., observaciones personales).

Los pesos promedio de $7,310 \text{ g} \pm 73.2$ y $8,022 \text{ g} \pm 68.4$ obtenidos en este estudio a los 45 días de edad para ambos tratamientos sobrepasan el peso mencionado por autores como Carbajo *et al.* (1997) que citan pesos de 6,200 g para crías de 6 semanas de edad. En el tratamiento con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* se tuvo un crecimiento mayor a partir del día 27 de edad. Autores como Lambert *et al.* (1995) citan que grupos de pollos con pesos homogéneos alcanzan pesos mayores a los 30 días de edad, mientras que pollos en grupos con peso poco uniforme alcanzan menor peso. En esta investigación, se cuidó que la diferencia en edades de los pollos no pasara de los 15 días en ningún grupo experimental, para evitar diferencias grandes en peso. Mushi *et al.* (1998) mencionan que las hembras crecen a tasas más rápidas que los machos con una ganancia media por semana de 1.6 y 1.2 kg, respectivamente. En este estudio, sin embargo, no hubo diferencia estadística de ganancia de peso entre machos y hembras; las hembras mantuvieron su curva de crecimiento ligeramente por debajo de la curva de los machos.

La estabilidad de las concentraciones de los analitos sanguíneos de acuerdo a la edad de los animales es importante (Spinu *et al.*, 1999; Charles, 2003) y la medición de alguno de ellos permite diagnosticar a tiempo, procesos anormales en los organismos. Charles (2003) menciona que la medición de las proteínas plasmáticas permite la detección de procesos inflamatorios graves, necrosis tisular, tumores malignos, deshidratación, disfunciones hemáticas, mala absorción, gastroenteritis, hipoalbuminemia, aflatoxicosis, nefritis y enfermedades hepáticas. En el presente estudio no se obtuvieron diferencias estadísticas entre los valores de analitos ni por edad, ni en la interacción de edad x tratamiento en animales de 50 días de edad, lo que demuestra que se mantuvo una estabilidad química fisiológica, por lo que el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* actúa bien como alternativa a la bacitracina como promotor de crecimiento.

En los elementos cuantificados en las concentraciones fecales en las crías de avestruz de uno y otro tratamiento no se encontraron diferencias. Sin embargo, algunos autores citan los beneficios en este aspecto de la adición del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en especies poligástricas (vacas, novillos, corderos) y monogástricas (pavos, pollos domésticos), reteniendo energía, reduciendo la emisión de metano y aumentando la concentración de poblaciones de protozoarios y de la concentración de acetato sin afectar la degradación de fibra neutrodetergente, el rendimiento de la síntesis de nitrógeno microbial y del amonio (Russo *et al.*, 1976; Carro *et al.*, 1992; Plata *et al.*, 1994; Bach *et al.*, 2003; Mwenya *et al.*, 2004).

Bradley and Savage (1995) afirmaron que el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* incrementa la retención de energía, calcio, fósforo, boro, potasio, magnesio y manganeso de la dieta en pavos. Los resultados de la cuantificación de elementos tales como calcio, fósforo y proteína cruda en heces de avestruz de 30 días de edad, no dieron resultados que apoyen esta afirmación para esta especie.

El conteo de colonias de bacterias Gram positivas y Gram negativas no reflejó diferencia en crías de avestruz de 30 días en este estudio, por lo que el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* mostró la misma efectividad que la bacitracina. Morales (2003) afirmó que las toxinas, virus y bacterias se ligan a los mananos de las paredes celulares de las levaduras presentes en el cultivo y salen con ellos del tracto digestivo. La mortalidad por diarreas y anorexia, se presentó en aves menores a los 15 días de edad en número mayor en el tratamiento con bacitracina, pero no hubo cuantificación de colonias de bacterias a estas edades.

Debido a que en los resultados en este estudio no se encontraron diferencias entre tratamientos, con bacitracina y con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, en los parámetros de mortalidad, ganancia de peso, concentración de analitos sanguíneos, concentraciones fecales y colonias bacteriológicas, se puede aseverar que el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* es una buena alternativa como promotor de crecimiento a la bacitracina, sin temor a afectar la salud y crecimiento de los pollos de avestruz en edades tempranas, desde los 2 hasta los 50 días de edad.

Las crías a las que se adicionó el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en el alimento, ocuparon mayor tiempo comiendo y presentaron mayor tasa de picoteos al alimento que las crías con bacitracina en las edades de 7, 14, 21 y 28 días de edad. Además, en estas mismas edades, consumieron menor cantidad de heces, en porcentajes comparativamente importantes, siendo de 28, 52, 63 y 68% menor el consumo respecto a las edades mencionadas. El consumir menor cantidad de heces pudo haber sido un factor importante en la diferencia de la mortalidad (que no fue significativa) ya que cinco de las crías muertas del grupo de bacitracina presentaron diarreas y anorexia y cuatro por infección de saco vitelino (a la necropsia), mientras que en el grupo con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, tres de las muertes fueron por diarreas y anorexia y las otras dos fueron una por perforación de sistema digestivo y la otra, por necrosis hepática (a la necropsia). Además, las crías con cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* presentaron un mayor tiempo de descanso, lo que les generó un ahorro de energía, lo que es muy importante en pollos de iniciación y crecimiento. Con estos resultados, se puede argumentar que el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* beneficia la conducta alimenticia de las crías de avestruz menores de 50 días de edad.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que el uso del cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como alternativa de promotor de crecimiento a la bacitracina en crías de avestruz menores a los 50 días de edad es factible y recomendable, ya que no modifica parámetros hematológicos, bacterianos, ni las concentraciones fecales, mostrando una ligera ganancia de peso (no significativa) y beneficiando evidentemente la conducta alimentaria de las crías.

Bibliografía

1. Alltech, 2003. Desarrollando un mundo sin antibióticos promotores de crecimiento. *Tec. Avipec. Lat.* 17(193):16-17.
2. Anderloni, G. 1998. La cría del avestruz. Ediciones Mundi - Prensa. España.
3. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis, 965.7, 927.2. 15ª. Ed. USA. Vol. II.
4. Arauco, C. S. 2002. Comparación básica entre estrutiocultura y dromaicultura en un contexto productivo. *El Avestruz y su Entorno* 1(9):22-27.
5. Bach, S. J., McAllister, T. A., Veira, D. M., Gannon, V. P. J. and Holley, R. A. 2003. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* feed supplement on *Escherichia coli* O157:H7 in ruminal fluid in vitro. *Anim. feed sci. technol.* 104(1-4):179-189.
6. Benabdeljelil, K. y Arbaoui, M.I. 1994. Effects of enzyme supplementation of barley based diets on hen performance and egg quality. *Anim. feed sci. technol.* 48(3-4)325-334.
7. Bertram, C. R. B. 1992. The ostrich communal nesting system. Princeton University Press. Princeton, N. J.

8. Botello, L. C. 2002. Comparación del efecto en la sobrevivencia y valores hemáticos entre dos sistemas de crianza del avestruz *Struthio camelus domesticus*. Tesis de Licenciatura para obtener el grado de Bióloga. UNAM. México. 60 p.
9. Bouda, J., Quiroz, R. G., Sánchez, R. E., Esquivel, P. J. y Dávalos, F. J. 2004. Valores bioquímicos selectos en plasma sanguíneo de avestruces de diferentes edades y sexo. *Vet. Mex.* 35(1): 45 – 54.
10. Bradley, L. G. and Savage, F. T. 1995. The effect of autoclaving a yeast culture of *Saccharomyces cerevisiae* on turkey poultry performance and the retention of gross energy and selected minerals. *Anim. feed sci. technol.* 55(1-2):1-7.
11. Buxadé, C. C., Acero, P., Ahumada, A., Caballero de la Calle, R., Carbajo, E., Matías, D., Gavira, A. M., Lucio, A., Marín, M., Romai, A. y Von Der Lancken, M. 1999. Explotaciones cinegéticas y de avestruces. Grupo Mundi - Prensa. 2ª. Ed.. España. pp. 193-325.
12. Cancho, G.B., García, F.M.S. y Simal, G.J. 2000. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: Perspectiva Actual. *Cienc. tecnol. Aliment.* 3(1):39-47.
13. Carbajo, G. E., Castello, F., Castello, J. A., Gurri, A., Marín, M., Mesía, J., Sales, J. y Sarasqueta, D. V. 1997. *Cría de Avestruces, Emúes y Ñandúes*. 2ª. Ed. Real Escuela de Avicultura. Barcelona, España. 421 p.

14. Carro, M. D., Lebzien, P. and Rohr, K. 1992. Influence of yeast culture on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. *Anim. feed sci. technol.* 37(3-4):209-220.
15. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Avícola (CEIEPA). 2002. Formulaciones para avestruz. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. (Archivo sin publicar).
16. Cervantes, S. J y Román de Carlos, A. M. 2003. Introducción del avestruz en México a fines del siglo XIX. *El Avestruz y su Entorno* 3(15):27-30.
17. Classen, H. L., Urrutia, M. S., Stricklin, W. R. and Gonyou, H. W. 1980. Feeding behaviour of broiler chickens. *Poult. sci.* 59(7):1594.
18. Codenotti, T. L., Beninca, D. y Alvarez, F. 1995. Etograma y relación de la conducta con el hábitat y con la edad del ñandú. *Doñana, Acta Vetertebrata* 22(12):65-86.
19. Colín, A. L, Morales, B. E. y Avila, G. E. 1994. Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Vet. Méx.* 25(2):141-144.
20. Committee on Drug Use in Food Animals. Panel on Animal Health, Food Safety and Public Health. 1999. The use of drugs in food animals. Benefits and risks. National Academy Press. Washington, D.C. 253 p.

21. Corona, L. J. 2002. Principales fundamentos de la exclusión competitiva. *Los Avicultores y su Entorno* 5(25):34–35.
22. Cox, N. A. Craven, S. E., Musgrove, M. T., Berrang, M. E. and Stern, N. J. 2003. Effect of sub-therapeutic levels of antimicrobials in feed on the intestinal carriage of *Campylobacter* and *Salmonella* in turkeys. *J. appl. poul. res.* 12(1):32-36.
23. Craven, S. E., Cox, N. A. Berrang, M. E., Stern, N. J. and Cummings, T. S. 2001. Changes in turkey intestinal tract bacteria associated with dietary change from monensin to bacitracin, virginiamycin, or bambermycin. *J. appl. poult. res.* 10(2):121-127.
24. Cronquist, A. 1984. Botánica Básica. Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. Quinta Impresión, México, D.F. pp. 236 – 237.
25. Cuca, G. M., Ávila, G. E., Pro, M. A. 1996. Alimentación de las aves. 8^a. Ed. Chapingo, Estado de México. Universidad Autónoma de Chapingo. p. 80-82.
26. Charles, N. M. 2003. Manual de Hematología Aviar. Departamento de Producción animal: Aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. [Disponible en Cd, formato pdf]. 71 p.
27. Chesson, A. 1993. Feed enzymes. *Anim. feed sci. technol.* 45(1):65–79.

28. Chorvatoricová, D., Machova, E., Sandula, J., and Kogan, G. 1999. Protective effect of the yeast glucomannan against cyclophosphamide-induced mutagenicity. *Mut. Res.* 444(1)117-122.
29. Damron, B. L. and Wilson, H. R. 1991. Growth and performance of broiler breeders fed bacitracin methylene disalicylate and zinc bacitracin. *Poult. sci.* 70(7)1487-1492.
30. Daniel, W. W. 2002. Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª. Ed. Limusa Wiley México. pp.183-184.
31. Deeming, D. C., Ayres, L. and Ayres, F. J. 1993. Observations on the comercial production of ostrich (*Struthio camelus*) in the United Kingdom: rearing of chicks. *Vet. rec.* 132:(25)627-631.
32. Demirel, J. G., Wood, D. y Enser, M. 2004. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. *Small Ruminant Res.* 53(1-2):23-28.
33. Devegowda, G., Arvind, B. I. R. y Morton, M. G. 1997. Inmunosupresión en aves causada por aflatoxinas y su atenuación mediante *Saccharomyces cerevisiae* (Yea-Sacc) y mananoligosacáridos (Mycosorb). En memorias de la 7ª. Ronda Latinoamericana y del Caribe de Alltech. México. pp. 21-33.

34. Diamond V. 2005. Diamond V XP Yeast Culture. Product Profiles Ref. 1004 E.U. Consulta en Página Internet. http://www.diamondv.com/products/profiles/Product_Profile_1004_XPEU_3-03.pdf#search='Diamond%20XP%20yeast%20culture' [cita 11 de febrero del 2005). Disponible en CD.
35. Elmer, G. W. 2001. Probiotics: "living drugs" *Am j. health syst. pharm.* 58(12):1101-1109.
36. Francis, D. M., Janky, A. S., Arafa, A. S. and Harms, R. H. 1978. Interrelationship of *Lactobacillus* and zinc bacitracin in the diets of turkeys. *Poult. sci.* 57:(4)1102.
37. Fehervari, T. 2002. Infecciones virales en el sistema digestivo de las aves. *Los Avicultores y su Entorno* 5(27):69–76.
38. Flores, C. E., Avila, G. E., Morales, B. E. y Arias, N. J. 1993. Valor alimenticio de la levadura tórula (*Candida utilis*) en dietas para aves. *Vet. Méx.* 24(2):145-147.
39. García, P. F. 2001. El Comportamiento del avestruz en crianza. *El Avestruz y su Entorno* 1(4):14–19.
40. Gauthier, R. 2002. La salud intestinal. Clave de la productividad. *Los Avicultores y su Entorno* 5(27):84–90.

41. Gill, B. F. 1995. *Ornithology*. W.H. Freeman and Company. 2nd. Ed. New York.
42. González, A. y Valenzuela, L. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*: Un modelo de estudio desde hace más de cien años. Departamento de Genética Molecular. Instituto de Fisiología Celular. UNAM. México. Consulta en página Internet 2 de Junio del 2004. <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/microbios/Cap16/>.
43. Haskell, M. J., Vilariño, M., Savina, J. Atamna, J. and Picard, M. 2001. Do broiler chicks have a cognitive representation of food quality?: Appetitive, behavioural and ingestive responses to a change in diet quality *Appl. anim. behav. sci.* 72(1-2):63-77.
44. Huyghebaert, G. 2003. Replacement of antibiotics in poultry. Eastern Nutrition Conference. [Disponible en Página Internet]. Quebec, Canadá, 8 y 9 de Mayo del 2003.
45. Huyghebaert, G. and De Groote, G. 1997. The bioefficacy of zinc bacitracin in practical diets for broilers and laying hens. *Poult. sci.* 76(6):849-856.
46. Ibáñez, C. C. 1990. El uso de prebióticos y bacitracina zinc en la dieta de ponedoras comerciales. Memorias de la XV Convención Nacional de la Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. ANECA. Cancún, Quintana Roo, México. p. 143 – 152.
47. Ilender. 1998. Promotores de crecimiento. Notas Científicas 1.

48. Jeroch, H., Dänicke, S. and Brufau, J. 1995. The influence of enzyme preparations on the nutritional value of cereals for poultry: a review. *J. anim. feed. sci.* 4(2)263–285.
49. Laboratorio de Nutrición Animal. 2004. Análisis bromatológico en base 90. FMVZ. UNAM.
50. Lambert, M. S., Deeming, D. C., Sibly, R. M. and Ayres, L. L. 1995. The relationship between pecking behaviour and growth rate of ostrich (*Struthio camelus*) chicks in captivity. *Appl. anim. behav. sci.* 46(1-2)93-101.
51. Lozada, S. J. 2001. ¿Es necesario el registro de los avestruces? *El Avestruz y su Entorno* 1(5):14–15.
52. Márquez, R. 1998. Efecto genotóxico del maíz contaminado con la aflatoxina B1 y su inhibición mediante la adición de *Saccharomyces cerevisiae*. Tesis de Doctor en Ciencias en la Especialidad de Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I. P. N. México D. F. pp. 27-28.
53. Martín, P. and Bateson, P. 1993. Measuring behaviour. An introductory guide. Cambridge. University Press. 2nd. Ed. p. 222.

54. Mason, G. and Mendl, M. 1997. Do the stereotypies of pigs, chickens and mink reflect adaptive species differences in the control of foraging? *Appl. anim. behav. sci.* 53(1-2):45-58.
55. Mercado, Z. J. 2003. Hombre y animales en Mesoamérica. *Imagen vet.* 3(4):4-10.
56. Mikkelsen, L. L. and Jensen, B. B. 2004. Effect of fructo-oligosaccharides and transgalacto-oligosaccharides on microbial populations and microbial activity in the gastrointestinal tract of piglets post-weaning. *Anim. feed sci. technol.* 117(1-2):107-119.
57. Morales, G. L. 2003. ¿Qué es un verdadero “cultivo fermentado de levaduras”? *Nutriciero* (1):28–33.
58. Mushi, E. Z., Isa, J. F. W., Chabo, R. G. and Segaise, T. T. 1998. Growth rate of ostrich (*Struthio camelus*) chicks under intensive management in Botswana. *Trop. Anim. health prod.* 30(3):197-203.
59. Mwenya, B., Santoso, B., Sar, C., Gamo, Y., Kobayashi, T., Arai, I. and Takahashi, J. 2004. Effects of including β 1–4 galacto-oligosaccharides, lactic acid bacteria or yeast culture on methanogenesis as well as energy and nitrogen metabolism in sheep. *Anim. feed. sci. technol.* 115(3-4):313-326.

60. Nguiefack, J., Leth, V., Amvam Zollo, P. H. and Mathur, S. B. 2004. Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi. *Int. j. food microbiol.* 94(3):329-334.
61. Nielsen, B. L. 1999. On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Appl. anim. behav. sci.* 63(1):79-91.
62. Nielsen, B. L. 2004. Behavioural aspects of feeding constraints: do broilers follow their gut feelings? *Appl. anim. behav. sci.* 85(3-4):251-260.
63. Noble, D. O., Dunnington, E. A. and Siegel, P. B. 1993. Ingestive behavior and growth when chicks from lines differing in feed consumption are reared separately or intermingled. *Appl. anim. behav. sci.* 35(4):359-368.
64. Patterson, F. T. y McGimms, M. Introduction to Fungi. *Saccharomyces cerevisiae* [en línea] DoctorFungus.org Actualización 13 de mayo del 2004, 10:34 am. [citado 2 de junio del 2004]. Disponible en línea en sitios de Estados Unidos World Wide Web: <http://www.doctorfungus.com>
65. Plata, F. P., Mendoza, G. D., Bárcena-Gama, M. J. R. and González, M. S. 1994. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber digestion in steers fed oat straw based diets. *Anim. feed sci. technol.* 49(3-4):203-210.

66. Przyrembel, H 2004. Food labelling legislation in the EU and consumer information. *Trends food sci. technol.* 15(7-8):360-365.
67. Raysman, J. S. y González, A. M. Hipertextos del área de Biología. [en línea] Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Argentina. 1998 – 2004. [citado 2 de junio del 2004; contador Histórico 150088]. Disponible en sitios de Español World Wide Web: <http://www.biologia.edu.ar>.
68. Reyes, S. E., Morales, B. E. y Avila, G. E. 2000. Evaluación de Promotores de crecimiento en pollos de engorda, en un sistema de alimentación restringida y a libre acceso. *Vet. Mex.* 31(1):1-9.
69. Ross, I. J. and Demming, D. C. 1998. Feeding and vigilance behaviour of breeding ostriches (*Struthio camelus*) in a farming environment. *Br. poult. sci.* 39(2):173–177.
70. Russell, B. J. 2005. Department of Microbiology. Cornell University. Ithaca, N. Y. [Citado 19 de abril del 2005]. Disponible en sitio World Wide Web: <http://www.micro.cornell.edu/faculy.JRussell.html>.
71. Russo, V., Catalano, A., Mariani, P. and Del Monte, P. 1976. Utilization of yeast grown on n-paraffins in the feeding of heavy pigs, from weaning to slaughter. *Anim. feed sci. technol.* 1(1):25-32.

72. SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT 2002 for Windows. Cary, N. C. E.U.A.
73. Savage, T. F., Nakaue, H. S. and Holmes, Z. A. 1985 Effects of feeding a live yeast culture on market turkey performance and cooked heat characteristics. *Nutr. rep. int.* 31(3):695-703.
74. Savory, C. J. 1976. Broiler growth and feeding behaviour in three diferent lighting regimes. *Br. poult. sci.* 17(5):557–560.
75. Sheideler, E. S. 1996. A comparative study of fiber digestion and subsequent nutrient absorption in the ostrich versus the ruminant. Feeding and nutrition A – 1. Published by Cooperative Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska, Lincoln.
76. Sibley, Ch., and Monroe, B. 1990. Distribution and taxonomy of birds of the world. Yale University Press. United States of America.
77. Sokmen, A., Gulluce, M., Askin, A. H., Daferera, D., Tepe, B., Polissiou, M., Münevver Sokmen, M. and Sahin, F. 2004. The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. *Food Control* 15(8):627-634.

78. Soriano, T. J., Bojórquez, N. L., Vázquez, O. A. y Ávila, G. E. 1985. Efecto de la bacitracina zinc sobre el crecimiento y microflora intestinal de pollos de engorda. *Vet. Mex.* 16(4):257-260.
79. Spinu, M., Spinu, O. and Degend, A. A. 1999. .Haematological and immunological variables in a domesticated and wild subspecies of ostrich (*Struthio camelus*). *Br. poul. sci.* 40(5):613-618.
80. Spring, P. 2002. Microflora intestinal. Clave en la salud del ave. *Acontecer Avícola*. Septiembre – Octubre, 69 – 78.
81. Stanley V., Ojo, R., Woldesenbet S. and Huitchinson, D. 1993. The use of *Saccharomyces cerevisiae* to supress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. *Poult. sci.* 72(10):1867-1872.
82. Stone, Ch. 1998. Yeast products in the feed industry. A practical guide for feed professionals. Diamond V Mills, Inc. Cedar Rapids, Iowa. [Disponible en CD y Página Internet World Web Wide: diamondv.com/yeast_booklet.pdf].
83. Valadez, A. R. 2003. Domesticación y zootecnia en el México antiguo. *Imagen vet.* 3(4):32-45.

84. Vukic, V. M. and Wenk, C. 1995. Influence of dietary enzyme complex on the performance of broilers fed on diets with and without antibiotic supplementation. *Br. poult. sci.* 36(2):265–275.
85. Wallace, R. J. 1994. Microbiología ruminal. Biotecnología y nutrición de rumiantes: Progresos y Problemas. Traducción de Uribe G. E. *J. anim. sci.* 72(11):2992-3003.
86. Wyatt, C. L. and Goodman, T. 1993. Utilization of feed enzymes in laying hen rations. *J. appl. poult. res.* 2(1):68–74.
87. Wood – Gush, D. G. M. 1971. The behaviour of the domestic fowl. Heinemann Educational Books. Londres.

APENDICE 1: INDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
1	Analitos hematológicos en avestruces de 26 y 50 días de edad.	10
2	Bacterias de localización digestiva aisladas en pollos de avestruz.	11
3	Comparación de la fermentación en rumiantes y avestruz (Sheideler, 1996; Carbajo <i>et al.</i> , 1997).	14
4	Análisis del cultivo de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> utilizado (Diamond V, 2005).	27
5	Composición del alimento (CEIEPA, 2002).	28
6	Ración de alimento diaria por ave para crías de avestruz en cautiverio.	29
7	Análisis de varianza y promedios generales para el crecimiento de avestruces de 0 a 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	37
8	Promedios y errores estándar de analitos sanguíneos en avestruces a los 50 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	39
9	Promedios (en porcentajes) y errores estándar de concentraciones fecales en avestruces a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	40
10	Promedios y errores estándar de colonias Gram positivas y Gram negativas en avestruces a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	40
11	Cuadrados medios y promedios generales para algunas conductas alimenticias en avestruces menores a los 30 días de edad sujetos a los tratamientos de bacitracina y cultivo de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	44

APENDICE 2: INDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Tracto gastrointestinal de avestruz (Sheideler, 1996).	12
2	Tracto gastrointestinal de rumiante (Russel, 2005).	12
3	Crecimiento en crías de avestruz hasta los 30 días de edad.	38
4	Ganancia de peso diaria en crías de avestruz hasta los 30 días de edad	38
5	Min/hora que pasaron comiendo las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.	41
6	Min/hora que pasaron sin comer las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.	41
7	Min/hora que pasaron descansando las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.	42
8	Picoteos/hora al alimento de las crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.	42
9	Eventos de coprofagia en crías de avestruz en cautiverio a diferentes edades.	43